

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-237621

(43)Date of publication of application : 31.08.2001

(51)Int.Cl.

H01P 11/00

B23K 20/12

H01P 3/12

(21)Application number : 2000-043124

(71)Applicant : SUMITOMO LIGHT METAL IND LTD  
SUMITOMO ELECTRIC IND LTD

(22)Date of filing : 21.02.2000

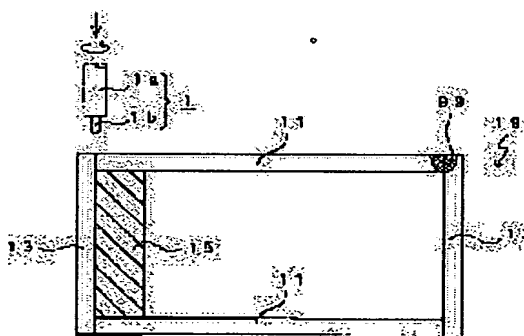
(72)Inventor : KUMAGAI MASAKI  
TANAKA SUNAO  
MIYANO TAKAHIRO  
TSUCHISAKI YOSHIO

## (54) WAVEGUIDE AND ITS PRODUCING METHOD

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a waveguide, which can satisfactorily deal with large size and reduce/distortion and have a smooth inner surface.

SOLUTION: A pair of wide plates 11 and a pair of narrow plates 13 are combined in the shape of angular pipe and restricted by arranging a hard backing jig 15 on the inner surface as shown in Fig. In the waveguide 19 obtained by frictional stirring and bonding while rotating a rotating machine 1 along the butting part of the respective plates 11 and 13, warping, curving and distortion are reduced and desired dimension accuracy can be obtained without requiring any correction. Besides, the inner surfaces is extremely smooth and no projection or non-bonded crack is observed. Therefore, arc discharging or the like can be prevented even without applying any correction such as extrabanking cut. It can be considered to bond members by depositing for making the waveguide large in size, in such a case, the inner surface can not be made smooth while reducing the distortion.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 29.01.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3610274

[Date of registration] 22.10.2004

[Number of appeal against examiner's decision]

BEST AVAILABLE COPY

of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-237621

(P2001-237621A)

(43)公開日 平成13年8月31日(2001.8.31)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マコ-ト*(参考)
H 0 1 P 11/00		H 0 1 P 11/00	D 4 E 0 6 7
B 2 3 K 20/12	3 1 0	B 2 3 K 20/12	3 1 0 5 J 0 1 4
H 0 1 P 3/12		H 0 1 P 3/12	

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願2000-43124(P2000-43124)

(22)出願日 平成12年2月21日(2000.2.21)

(71)出願人 000002277

住友軽金属工業株式会社

東京都港区新橋5丁目11番3号

(71)出願人 000002130

住友電気工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号

(72)発明者 熊谷 正樹

東京都港区新橋5丁目11番3号 住友軽金属工業株式会社内

(74)代理人 100082500

弁理士 足立 勉

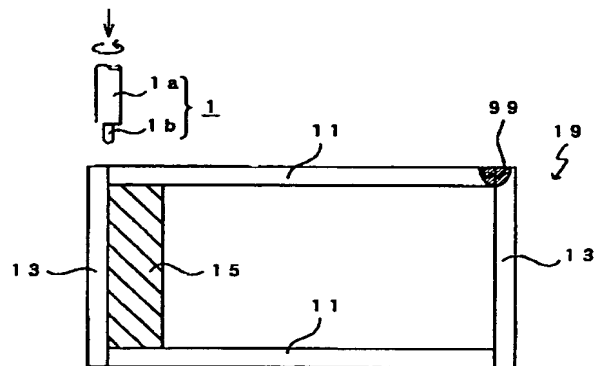
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 導波管及びその製造方法

(57)【要約】

【課題】 大型化に良好に対応でき、しかも、歪みが少なく内面も平滑な導波管の提供。

【解決手段】 一对の広幅の平板11と一对の狭幅の平板13とを、図に示すように角パイプ状に組み合わせ、内面に硬質の裏当てジグ15を配設して拘束した。各平板11、13の突き合わせ部分に沿って、回転工具1を回転させながら摩擦攪拌接合を行って得られた導波管19は、反りも曲がりも歪みも少なく、何等手直しを必要とすることなく所望の寸法精度が得られた。また、内面も極めて平滑であり、突起も未接合の亀裂も観察できなかった。このため、余盛り切除等の手直しを何等施さなくても、放電等の発生を十分に防止することができる。導波管の大型化に対応するためには溶接によって部材を接合することも考えられるが、その場合、本発明のように歪みを少なくして内面を平滑にすることはできない。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 金属板または押出形材を断面方形の管状に組み合わせ、該各金属板または押出形材を互いに接合してなる導波管であって、

上記各金属板または押出形材が、その突き合わせ部分に沿って回転工具を回転しながら移動させることによって摩擦攪拌接合されたことを特徴とする導波管。

【請求項2】 上記金属板が曲げて突き合わせることににより管状に組み合わせられたことを特徴とする請求項1記載の導波管。

【請求項3】 上記金属板が、断面コの字型、断面L字型、または断面口の字型に曲げて端縁を突き合わせることににより、管状に組み合わせられたことを特徴とする請求項2記載の導波管。

【請求項4】 上記押出形材が断面コの字型または断面L字型に形成されたことを特徴とする請求項1記載の導波管。

【請求項5】 上記管状に組み合わせられた金属板または押出形材の一端に、金属製のフランジ部材が外嵌され、該フランジ部材と上記金属板または押出形材との突き合わせ部分に沿って、内面にビード表面が位置しないように上記摩擦攪拌接合がなされたことを特徴とする請求項1～4のいずれかに記載の導波管。

【請求項6】 上記金属板または押出形材がアルミニウムまたはその合金によって構成されたことを特徴とする請求項1～5のいずれかに記載の導波管。

【請求項7】 上記金属板または押出形材が銅またはその合金によって構成されたことを特徴とする請求項1～5のいずれかに記載の導波管。

【請求項8】 上記金属板または押出形材が鉄またはその合金によって構成されたことを特徴とする請求項1～5のいずれかに記載の導波管。

【請求項9】 請求項1～8のいずれかに記載の導波管を製造する製造方法であって、上記管状に組み合わせられた金属板または押出形材の内面に硬質の裏当てを配設して、上記摩擦攪拌接合を行うことを特徴とする導波管の製造方法。

【請求項10】 上記裏当てが、上記管状に組み合わせられた金属板または押出形材の内部で拡張することを特徴とする請求項9記載の導波管の製造方法。

【請求項11】 上記裏当てが、上記管状に組み合わせられた金属板または押出形材の内部を貫通する梁であることを特徴とする請求項9記載の導波管の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、高周波電力を伝送する導波管、及び、その製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、大口径の導波管には軽量で導電率の高いアルミニウム合金製の角パイプが最適と考え

られ、この種の角パイプを配管して得られた導波管は、Spring-8等の施設に採用されている。従来は、溶接或いは押出加工により角パイプの導波管を製造していたが、近年、通常の押出機では製造できない大径の導波管に対する需要が高まってきた。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】このような大径の導波管を製造する方法としては、平板状の金属板をそのまま、或いは曲げて突き合わせることにによって組み合わせ、断面方形の管状とした後、溶接によって互いに接合する方法が考えられる。ところが、溶接によって導波管を製造した場合、熱膨張と凝固収縮とによって大きな歪みが生じる。また、このように溶接を行った場合、溶接時の金属の溶け込み深さの調整が困難となる。そして、裏ビードを完全に出すと余盛り切除が必要となって、多大な工数を要する。特に、高周波電力を伝送する導波管では、内面に突起や亀裂があるとその部分から放電する可能性があり、内面の平滑性は極めて重要な要因となる。

【0004】また、導波管の大型化に応じて管の肉厚も増加し、強度上5mm以上の板厚が要求されるようになると、通常のTIG溶接やMIG溶接では多層溶接とせざるを得ない。この場合、何回も溶接することにより入熱が大きくなって歪みが増大し、合金によっては前層に微小割れを生じることがある。

【0005】そこで、本発明は、大型化に良好に対応でき、しかも、歪みが少なく内面も平滑な導波管を提供することを目的となされた。

【0006】

【課題を解決するための手段及び発明の効果】上記目的を達するためになされた請求項1記載の発明は、金属板または押出形材を断面方形の管状に組み合わせ、該各金属板または押出形材を互いに接合してなる導波管であって、上記各金属板または押出形材が、その突き合わせ部分に沿って回転工具を回転しながら移動させることによって摩擦攪拌接合されたことを特徴とする。

【0007】摩擦攪拌接合は、入熱が少なく軟化や歪みの程度が軽い接合方法として、近年提案されている（例えば、特許2712838号）。この方法は、鋼鉄等の硬質の裏当ての上にアルミニウム合金等の軟質素材を突き合わせて拘束し、その突き合わせ部分に沿って硬質のピン型の回転工具を高速回転させながら移動させる方法である。この方法は、接合部が溶融しないのが特徴で、接合部の温度もそれ程上昇しない。更に、摩擦攪拌接合では、ルート部（接合部裏側）に未接合の亀裂が生じず、しかもそのルート部の接合面は極めて滑らかになる。管状の部材に摩擦攪拌接合を適用することは、今まで不可能と考えられていたが、本願出願人は、管の内面に硬質の裏当てを配設することによってそれを可能とした。

【0008】そこで、本発明では、金属板または押出形材を断面方形の管状に組み合わせ、それらを摩擦撹拌接合によって接合している。このため、複数の部材を接合することによって大型化に良好に対応でき、しかも、摩擦撹拌接合によって各部材を接合しているので極めて歪みが少ない。更に、摩擦撹拌接合によって各部を接合しているので、管の内面（すなわちルート部）には未接合の亀裂が生じず、しかもその内面が極めて滑らかになる。従って、本発明では、内面の平滑性も極めて良好に確保することができ、放電等の発生を良好に防止することができる。更に、本発明の導波管は、摩擦撹拌接合によって上記金属板等を接合しているので、余盛り切除等の作業を必要とすることなく上記平滑性等が得られる。よって、本発明の導波管は、製造が容易であると共に大型化に良好に対応でき、しかも、歪みが少なく内面も平滑である。

【0009】請求項2記載の発明は、請求項1記載の構成に加え、上記金属板が曲げて突き合わせることににより管状に組み合わせられたことを特徴とする。本発明では、金属板を曲げて突き合わせることにによって管状に組み合わせ、その各金属板の突き合わせ部分に前述の摩擦撹拌接合を施すことによって導波管を得ている。このため、本発明の導波管では、請求項1記載の発明の効果に加えて、製造が一層容易になるといった効果が生じる。

【0010】請求項3記載の発明は、請求項2記載の構成に加え、上記金属板が、断面コの字型、断面L字型、または断面口の字型に曲げて端縁を突き合わせることににより、管状に組み合わせられたことを特徴とする。本発明では、金属板を断面コの字型、断面L字型、または断面口の字型に曲げて端縁を突き合わせることにによって管状に組み合わせているので、その組み合わせ作業が一層容易になる。このため、本発明の導波管では、請求項2記載の発明の効果に加えて、製造が一層容易になるといった効果が生じる。

【0011】請求項4記載の発明は、請求項1記載の構成に加え、上記押出形材が断面コの字型または断面L字型に形成されたことを特徴とする。本発明では、断面コの字型または断面L字型に形成された押出形材を突き合わせることにによって管状に組み合わせ、その突き合わせ部分に前述の摩擦撹拌接合を施すことによって導波管を得ている。このため、押出形材を管状に組み合わせる作業が一層容易になる。従って、本発明の導波管では、請求項1記載の発明の効果に加えて、製造が一層容易になるといった効果が生じる。

【0012】請求項5記載の発明は、請求項1～4のいずれかに記載の構成に加え、上記管状に組み合わせられた金属板または押出形材の一端に、金属製のフランジ部材が外嵌され、該フランジ部材と上記金属板または押出形材との突き合わせ部分に沿って、内面にビード表面が位置しないように上記摩擦撹拌接合がなされたことを特

徴とする。

【0013】本発明では、上記管状に組み合わせられた金属板または押出形材の一端にフランジ部材を接合しているので、導波管をダクトのように曲げて配管することが容易になる。従来は、この種のフランジ部材の接合を不活性ガスアーク溶接によって行っていたので、歪みが大きく手直しが必要であったが、本発明では、前述の摩擦撹拌接合によって接合しているので歪みが極めて小さい。しかも、本発明では、内面にビード表面が位置しないようにその摩擦撹拌接合を行っているので、内面の平滑性も良好に確保することができる。

【0014】従って、本発明の導波管では、歪みが少なく内面も平滑であるといった請求項1～4のいずれかに記載の発明の効果を確認したまま、その効果に加えて更に、ダクトのように曲げて配管することが容易になるといった効果が生じる。請求項6記載の発明は、請求項1～5のいずれかに記載の構成に加え、上記金属板または押出形材がアルミニウムまたはその合金によって構成されたことを特徴とする。

【0015】本発明では、上記金属板または押出形材をアルミニウムまたはその合金によって構成している。アルミニウムまたはその合金は、前述のように、導電率が高いので、導波管としての性能が一層向上する。従って、本発明の導波管では、請求項1～5のいずれかに記載の発明の効果に加えて、電氣的伝送ロスが少ないため性能が一層向上するといった効果が生じる。

【0016】請求項7記載の発明は、請求項1～5のいずれかに記載の構成に加え、上記金属板または押出形材が銅またはその合金によって構成されたことを特徴とする。本発明では、上記金属板または押出形材を銅またはその合金によって構成している。銅またはその合金は、導電率が高く加工性に優れ酸に対しても強い。従って、本発明の導波管では、請求項1～5のいずれかに記載の発明の効果に加えて、電氣的伝送ロスが少なく加工性の向上に伴って製造が容易になると共に、良好な耐環境を有するといった効果が生じる。

【0017】請求項8記載の発明は、請求項1～5のいずれかに記載の構成に加え、上記金属板または押出形材が鉄またはその合金によって構成されたことを特徴とする。このため、本発明では、請求項1～5のいずれかに記載の発明の効果に加えて、内面に銅メッキを施すことにより電氣的伝送ロスを小さくできると共に、安価に製造できるといった効果が生じる。

【0018】請求項9記載の発明は、請求項1～8のいずれかに記載の導波管を製造する製造方法であって、上記管状に組み合わせられた金属板または押出形材の内面に硬質の裏当てを配設して、上記摩擦撹拌接合を行うことを特徴とする。前述のように、管状の部材に摩擦撹拌接合を適用することは今日まで不可能のと考えられていたが、本発明では、管状に組み合わせられた金属板また

は押出型材の内面に硬質の裏当てを配設して摩擦攪拌接合を行っている。このため、導波管を摩擦攪拌接合によって容易に製造することができ、しかも、得られた導波管は、歪みが少なく内面も平滑になる。従って、本発明では、歪みが少なく内面も平滑な導波管を容易に製造することができるという効果が生じる。

【0019】請求項10記載の発明は請求項9記載の構成に加え、上記裏当てが、上記管状に組み合わせられた金属板または押出型材の内部で拡張することを特徴とする。本発明では、裏当てが上記管状に組み合わせられた金属板または押出型材の内部で拡張する。このため、裏当てを収縮させた状態で上記内部に挿入し、続いて裏当てを拡張させることにより、上記金属板または押出型材の突き合わせ部分を内側から極めて強固に支持することができる。従って、本発明では、上記摩擦攪拌接合を極めて確実に実行することができる。よって、本発明では、請求項9記載の発明の効果に加えて、得られる導波管の信頼性を高めると共に、接合不良の発生を防止して歩留まりを向上させることができるという効果が生じる。

【0020】請求項11記載の発明は、請求項9記載の構成に加え、上記裏当てが、上記管状に組み合わせられた金属板または押出型材の内部を貫通する梁であることを特徴とする。本発明では、裏当てが上記管状に組み合わせられた金属板または押出型材の内部を貫通する梁であるので、その梁に沿って上記管の長さ方向に連続的に摩擦攪拌接合を実行することができる。このため、摩擦攪拌接合によって上記金属板または押出型材を接合する作業が極めて容易になる。従って、本発明では、請求項9記載の発明の効果に加えて、導波管の製造を一層容易にすることができるという効果が生じる。

#### 【0021】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施の形態を図面と共に説明する。本実施の形態では、金属板または押出型材を断面方形の管状に組み合わせ、その金属板または押出型材の突き合わせ部分に沿って硬質の回転工具1

(図1～図5参照)を高速回転させながら移動させた。これによって、上記組み合わせられた金属板または押出型材が互いに接合され、導波管が得られた。なお、回転工具1は、図1～図5に示すように、大径の肩部1aと、その肩部1aの下端から突出した小径の柱1bとから構成され、図示しない駆動系から駆動力を伝達されることにより、柱1bの中心軸回りに回転すると共に金属の突き合わせ部分に沿って水平移動する。すると、その突き合わせ部分では、上記突き合わせられた金属が柱1bによって攪拌され、接合される。このような摩擦攪拌接合は、入熱が少なく軟化や歪みの程度が軽い接合方法として知られている。更に、摩擦攪拌接合では、接合部の温度もそれ程上昇しないのでブローホールや高温割れも発生せず、ルート部には未接合の亀裂が生じず、しか

もそのルート部の接合面は極めて滑らかになる。

【0022】本実施の形態では、このような摩擦攪拌接合を利用して導波管を製造したので、歪みが少なく内面も平滑な導波管を容易に製造することができた。以下、本発明の実施の形態を具体的な実施例を挙げて説明する。なお、後述の図4、図5は切断端面図に対応する図であるが、説明の便宜上、断面を表すハッチングを省略している。

#### 【0023】

##### 【実施例】実施例1

3003合金のH34材からなる板厚6mmの板を切断し、一對の広幅の平板11と一對の狭幅の平板13とを得た。これらを、図1に示すように、長辺600mm、短辺300mm、長さ1000mmの角パイプ状に組み合わせ、内面に硬質の裏当てジグ15を配設して拘束した。各平板11、13の突き合わせ部分に沿って、回転工具1を回転させながら、接合速度500mm/分で水平移動させて摩擦攪拌接合を行った。接合部を99で表す(他図も同様)。4箇所の上記突き合わせ部分全てに対して、長手方向に摩擦攪拌接合を行って得られた導波管19は、長さ方向で-2mm～0mmの寸法精度を有し、反り、曲がり5mm以内であり、何等手直しを必要とすることなく所望の寸法精度が得られた。また、内面も極めて平滑であり、突起も未接合の亀裂も観察できなかった。このため、余盛り切除等の手直しを何等施さなくても、放電等の発生を充分に防止することができる。

##### 【0024】実施例2

1050合金のH14材からなる板厚5mmの板21を切り出し、図2に示すように、長辺600mm、短辺300mm、長さ2000mmの角パイプ状になるように断面口の字型に曲げて端縁を突き合わせ、定盤上に拘束した。上記突き合わせ部分の内面に硬質の裏当てジグ25を配設して拘束し、回転工具1を回転させながら、接合速度500mm/分で水平移動させて摩擦攪拌接合を行った。得られた導波管29は、長さ方向で-2mm～0mmの寸法精度を有し、反り、曲がり5mm以内であり、何等手直しを必要とすることなく所望の寸法精度が得られた。また、内面も極めて平滑であり、突起も未接合の亀裂も観察できなかった。このため、余盛り切除等の手直しを何等施さなくても、放電等の発生を充分に防止することができる。

##### 【0025】実施例3

1100合金のH34材からなる板厚10mm、幅1200mm、長さ3000mmの板31、32を、ベンダーでコの字型に曲げた。これを、図3に示すように、長辺800mm、短辺400mmの角パイプ状になるように向かい合わせて端縁を突き合わせ、両側から拘束した。更に、上記突き合わせ部分の内面に硬質の裏当てジグ35、35をそれぞれ配設して、油圧ジャッキで外方

向に加圧することにより隙間が0.05mm以内になるように支持した。続いて、回転工具1を回転させながら、接合速度500mm/分で水平移動させて、上記突き合わせ部分を摩擦攪拌接合した。なお、接合に当たっては、片面を接合した後、裏当てジグ35ごと板31, 32を上下反転し、同様に幅方向で拘束した上で反対側を接合した。得られた導波管39は、長さ方向で-2mm~0mmの寸法精度を有し、反り、曲がり7mm以内であり、何等手直しを必要とすることなく所望の寸法精度が得られた。また、内面も極めて平滑であり、突起も未接合の亀裂も観察できなかった。このため、余盛り切除等の手直しを何等施さなくても、放電等の発生を十分に防止することができる。

#### 【0026】実施例4

6N01合金のT5材からなる板厚5mmのコの字型の押出形材を、図3と同様に2本組み合わせて、長辺600mm、短辺300mm、長さ4000mmの角パイプ状になるように突き合わせ、両側から拘束した。突き合わせ部分の内面に硬質の裏当てジグを配設して、油圧ジャッキで外方向に加圧して支持した。続いて、回転工具1を回転させながら、接合速度500mm/分で水平移動させて、上記突き合わせ部分を摩擦攪拌接合した。なお、接合に当たっては、片面を接合した後、裏当てジグごと各押出形材を上下反転し、同様に幅方向で拘束した上で反対側を接合した。得られた導波管は、長さ方向で-5mm~0mmの寸法精度を有し、反り、曲がり9mm以内であり、何等手直しを必要とすることなく所望の寸法精度が得られた。また、内面も極めて平滑であり、突起も未接合の亀裂も観察できなかった。このため、余盛り切除等の手直しを何等施さなくても、放電等の発生を十分に防止することができる。

#### 【0027】実施例5

無酸素銅からなる板厚5mmの板を段違いにコ字型に曲げて組み合わせ、長辺600mm、短辺300mm、長さ4000mmの角パイプ状になるように突き合わせて、両側から拘束した。突き合わせ部分の内面に硬質の裏当てジグを配設して、油圧ジャッキで外方向に加圧して支持した。続いて、回転工具1を回転させながら、接合速度150mm/分で水平移動させて、上記突き合わせ部分を摩擦攪拌接合した。なお、接合に当たっては、片面を接合した後、裏当てジグごと各押出形材を上下反転し、同様に幅方向で拘束した上で反対側を接合した。得られた導波管は、長さ方向で-4mm~0mmの寸法精度を有し、反り、曲がり6mm以内であり、何等手直しを必要とすることなく所望の寸法精度が得られた。また、内面も極めて平滑であり、突起も未接合の亀裂も観察できなかった。このため、余盛り切除等の手直しを何等施さなくても、放電等の発生を十分に防止することができる。

#### 【0028】実施例6

実施例3の導波管39の端面を切断・面削し、予め成形した厚さ10mmのフランジ（フランジ部材）41を外嵌し、図4に示すように鋼製裏当てジグ43, 45と共に拘束した。導波管39とフランジ41との突き合わせ部分に、上記端面の側から回転工具1を挿入し、回転させながら接合速度250mm/分で水平移動させて、上記突き合わせ部分を摩擦攪拌接合した。導波管39の内面には接合の影響はなく、接合後の寸法精度は接合部99で0.3mm変形しただけで良好であった。

#### 【0029】実施例7

実施例2の導波管29を長手方向に切断し、予め成形した厚さ6mmのフランジ（フランジ部材）51を外嵌して図5に示す配置に拘束した。続いて、1箇所ごとに鋼製裏当てを配設した状態で、フランジ51の表側と裏側とから次のように摩擦攪拌接合を行った。フランジ51の隅肉側（裏側）には、幅6mmに渡って45°に傾斜した傾斜部51aを設け、その傾斜部51aの表面に垂直な方向から回転工具1を挿入した。また、導波管29の端面の側（表側）からは、導波管29とフランジ51との突き合わせ部分に、上記端面の側から回転工具1を挿入した。回転工具1をそれぞれ回転させながら、接合速度200mm/分で水平移動させて摩擦攪拌接合を行った結果、導波管29の内面には接合の影響はなく、接合後の寸法精度は接合部99で0.5mm変形しただけで良好であった。

【0030】なお、実施例6, 7では、いずれも、導波管39, 29の内面にビード表面が位置することなく、導波管39, 29において得られた内面の平滑性はそのまま確保することができた。

#### 比較例1

3003合金のH34材からなる板厚6mmの板を切断し、一對の広幅の平面板と一對の狭幅の平面板とを得た。これらを、図1と同様に、長辺600mm、短辺300mm、長さ1000mmの角パイプ状に組み合わせ、接合部の裏側の溝付き（裏ビートの形状保持のため）鋼製裏当てジグに対して拘束した。交流TIG溶接により、電流180Aにて160mm/分で溶接した。この溶接も、実施例1と同様に、4箇所の突き合わせ部分全てに対して長手方向に行った。接合部裏面には、裏ビートの出ている箇所と出していない箇所とがあった。裏ビートの出していない箇所をTIG溶接にて補修溶接し、裏ビートを研磨で仕上げた。得られた導波管の寸法精度は、長さ方向で-10mm~2mmで、反り、曲がり15mmであり、歪みも上記実施例に比べて大きかった。

#### 【0031】比較例2

1100合金のH34材からなる板厚10mm、幅1200mm、長さ3000mmの板を、ベンダーでコ字型に曲げた。この端面を開先加工し、長辺800mm、短辺400mmの角パイプ状になるように向かい合わせ

て突き合わせ、両側から拘束した。突き合わせ部分の内面に硬質の溝付き裏当てジグを当て、それに対向する片側の表面より、MIG溶接にて、電流240A、電圧25V、溶接速度500mm/分で2層に分けて溶接した。裏ビードは出ていたが、角変形が大きく、管断面における中央部の高さが10mm小さくなり、反り、曲がりも30mmと大きかった。

#### 【0032】比較例3

実施例3の導波管39の端面を切断・開先加工し、予め成形した厚さ10mmのフランジを溝付きの鋼製裏当てジグと共に拘束した。端面側(表側)とその裏側とから交流TIG溶接により、電流180Aにて160mm/分で溶接した。端面には高さ3mmの余盛りができたので面削した。裏側には、脚長が付いたが、その凝固収縮が大きく、フランジに大きく反りが生じた。

【0033】このように、上記各実施例の導波管は、製造において摩擦攪拌接合を利用したので、製造が容易であると共に大型化に良好に対応でき、しかも、歪みが少なく内面も平滑である。特に、上記各実施例では、導波管の内面側に裏当てジグを配設して摩擦攪拌接合を行っているため、その内面の平滑性を極めて良好に確保することができる。また、実施例2、3、5の導波管では、金属板を断面コの字型または断面口の字型に曲げて端縁を突き合わせることによって角パイプ状にしているので、製造が一層容易になる。実施例4でも同様に、断面コの字型の押出型材を突き合わせるによって角パイプ状にしているので、平板状の押出型材を利用する場合に比べて製造を容易にすることができる。

【0034】なお、4枚の金属板を断面L型に曲げて端縁を突き合わせたり、断面L字型の押出型材を突き合わせたりして導波管を製造した場合も、同様に製造を容易にすることができる。特に、押出型材を利用する場合は、断面L字型の押出型材を利用した方が一層大きな導波管を容易に製造することができる。

【0035】また、実施例6、7では、導波管39、29における歪みが少なく内面も平滑であるといった特性を失うことなく、フランジ41、51を設けることができた。しかも、フランジ41、51には殆ど歪みが発生していない。このため、このようにフランジ41、51を設けた導波管39、29では、前述の効果を何等失うことなく、ダクトのように曲げて配管することが容易になるといった新たな効果が生じる。

【0036】以上、具体的な実施例を挙げて本発明を説明したが、本発明は上記実施例及び実施の形態に何等限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の形態で実施することができる。例えば、本発明は、摩擦攪拌接合が可能な金属であればいかなる金属によって構成された導波管にも適用することができ、実施

例1、2、3、4、6、または7の導波管を銅またはその合金によって製造してもよい。但し、アルミニウムまたはその合金は導電率が高い。このため、実施例1、2、3、4、6、7に記載のようにアルミニウム合金によって導波管を構成した場合、導波管としての性能が一層向上する。一方、銅またはその合金は、導電率も高く加工性に優れ酸に対しても強い。このため、実施例5に記載のように銅によって導波管を構成した場合、加工性の向上に伴って製造が容易になると共に、良好な耐環境性が得られる。更に、実施例1〜7の導波管を鉄またはその合金によって製造してもよい。この場合、内面に銅メッキを施すことにより電氣的伝送ロスを小さくできると共に、安価に製造することができる。

【0037】また、実施例3、4、5では、裏当てジグを油圧ジャッキで外方向に加圧しているが、裏当てジグを外方向に加圧する手段としては、機械的手段、気圧、または液圧を利用する手段等、種々考えられる。このように、裏当てジグを内側から拡張させて上記突き合わせ部分を支持する場合、その突き合わせ部分を内側から極めて強固に支持することができる。このため、上記摩擦攪拌接合を一層確実に実行することができ、延いては、得られる導波管の信頼性を高めると共に、接合不良の発生を防止して歩留まりを向上させることができる。一方、実施例2で用いた裏当てジグ25のように、裏当てジグを導波管を貫通する梁とした場合、その梁に沿って上記管の長さ方向に連続的に摩擦攪拌接合を実行することができ、導波管の製造を一層容易にすることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 実施例1の導波管及びその製造方法を表す説明図である。

【図2】 実施例2の導波管及びその製造方法を表す説明図である。

【図3】 実施例3の導波管及びその製造方法を表す説明図である。

【図4】 実施例6の導波管及びその製造方法を表す説明図である。

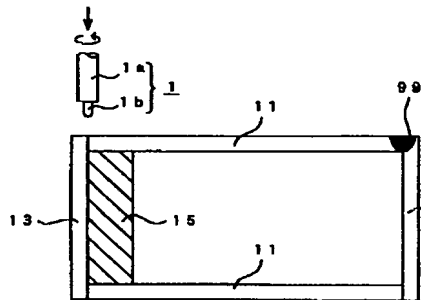
【図5】 実施例7の導波管及びその製造方法を表す説明図である。

#### 【符号の説明】

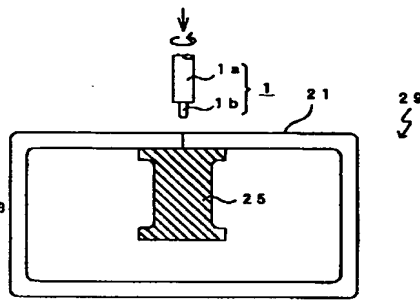
1…回転工具	1a…肩部	1b…柱
11、13…平面板		
15、25、35、43、45…裏当てジグ		1
9、29、39…導波管		
21、31、32…板	41、51…フランジ	
51a…傾斜部		
99…接合部		



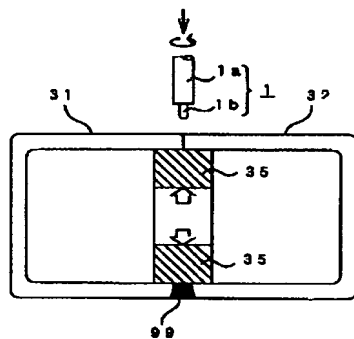
【図1】



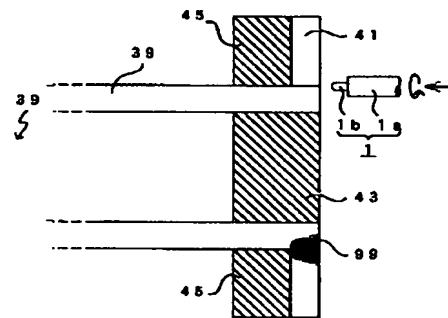
【図2】



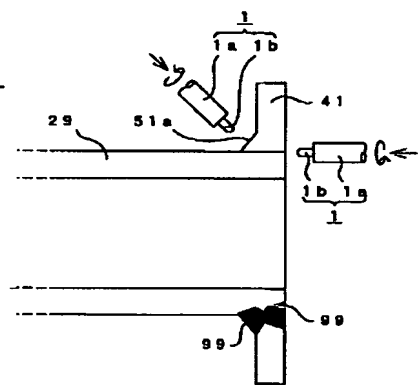
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 田中 直  
東京都港区新橋5丁目11番3号 住友軽金  
属工業株式会社内  
(72)発明者 宮野 孝宏  
大阪府大阪市此花区島屋一丁目1番3号  
住友電気工業株式会社大阪製作所内

(72)発明者 土崎 良雄  
大阪府大阪市此花区島屋一丁目1番3号  
住友電気工業株式会社大阪製作所内  
Fターム(参考) 4E067 AA05 AA07 BG00 CA04 DA13  
DA17 EB00  
5J014 DA05 DA07

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**